

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЕРЕХОДОВ В ЗОНЕ ПРОВОДИМОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Цыпляшов А.Н.,

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
Кафедра автоматики*

**Выполнены исследования влияния переменного тока малой плотности на скорость охлаждения металлического образца. Обнаружена временная задержка перемещения теплового фронта, зависящая от формы использованного переменного тока. Отмечено понижение температуры при включении токового воздействия.**

В различных технологических процессах обработки металлических материалов используется воздействие электрическим током на металл [1,2,3]. Как правило, такое воздействие изменяет в нужную сторону какую-то одну характеристику материала. Ряд экспериментальных работ с использованием токов повышенной частоты в процессе кристаллизации металлических расплавов указывает на то, что воздействие на электронную систему расплавленного металла создает в его объеме локальные охлажденные области. [1,2,3,4,5], и, как следствие сопровождается повышением скорости охлаждения. Вероятность резонансного перехода определяется спектральным распределением энергетических уровней электронов и спектром электрического тика. Величина теплового эффекта определяется динамикой термогенерации “высокотемпературных” электронов. Исследование динамики электронных переходов в металлических материалах при воздействии электрического тока позволит целенаправленно управлять не только динамикой охлаждения, но, и химическими процессами в расплавах.

Настоящая работа является подготовительной частью исследования, позволившего определить требования к экспериментальной установке повышающей точность эксперимента и быстродействие измерительного комплекса.

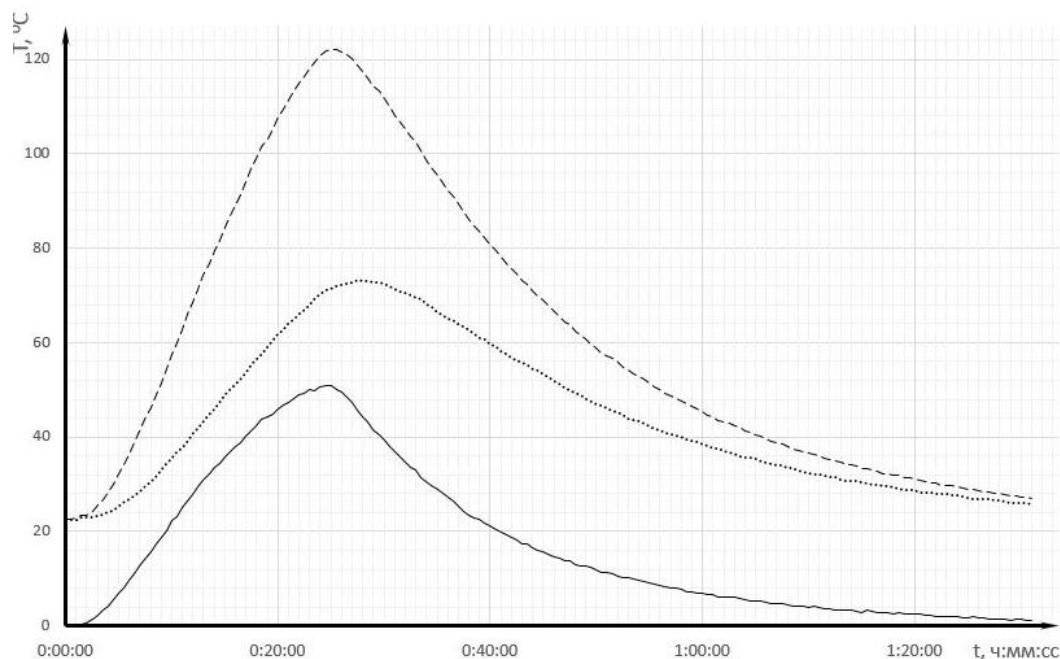
Исследовано распространение тепла от нагревателя по стальному стержню диаметром 14 мм. Измерение температуры осуществлялось хромель-копелевыми термопарами. Первая термопара располагалась на расстоянии 40 мм от нагревателя, вторая термопара располагалась на расстоянии 90 мм. Нагревателем служила электрическая спираль, закрепленная на керамическом держателе. Мощность нагревателя 200 Вт. Контакты для подключения источника переменного тока к исследуемому образцу закреплены на торцах стержня. Временные диаграммы нагрева образца синхронно регистрировались персональным компьютером. Измерения температуры выполнены в трех режимах:

- нагрев без пропуска электрического тока;

- нагрев при пропускании тока синусоидальной формы;
- нагрев при пропускании тока прямоугольной формы.

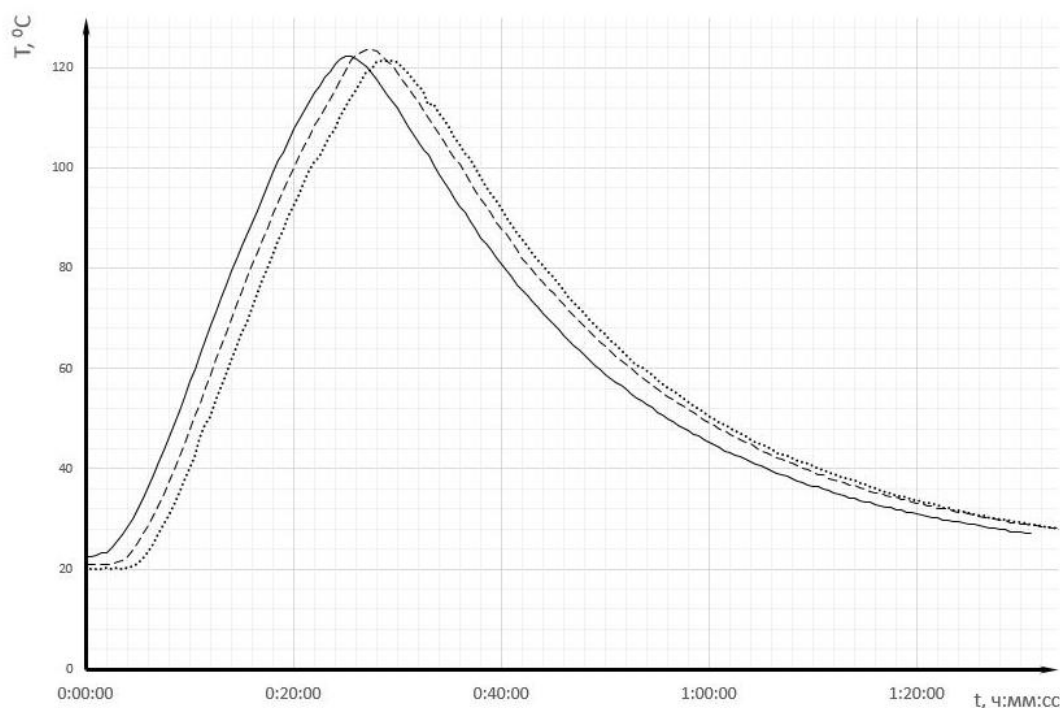
Во всех случаях охлаждение образца происходило вместе с нагревателем, таким образом, моделировались условия, использовавшиеся в условиях заводской лаборатории.

Полученные диаграммы нагрева и охлаждения приведены на рисунках 1–5.

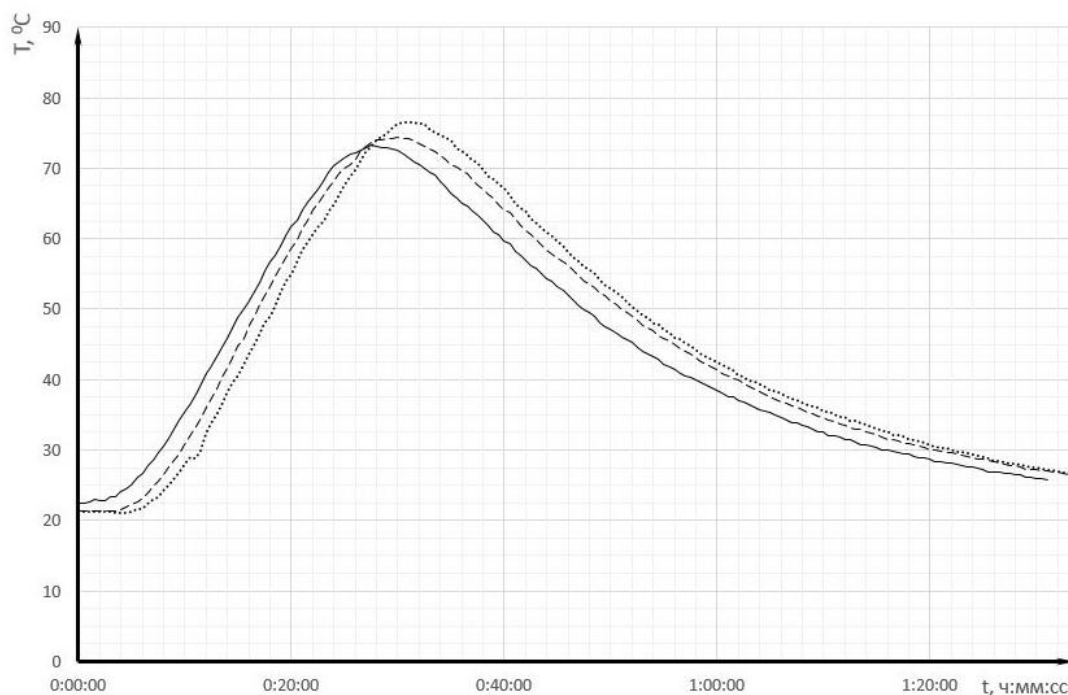


**Рисунок 1. Диаграмма нагрева прутка без воздействия электрического тока (— — канал 1; ..... канал 2; — показания разности каналов измерений).**

Приведенная на рисунке 1 диаграмма нагрева соответствует общеизвестному закону распространения тепла в твердом теле. На рисунках 2, 3 показаны сравнительные результаты распространения тепла при различных электрических воздействиях. Можно отметить, что при электрическом воздействии, нагрев материала в местах расположения термопар запаздывает, по сравнению с результатом нагрева без электрического воздействия.



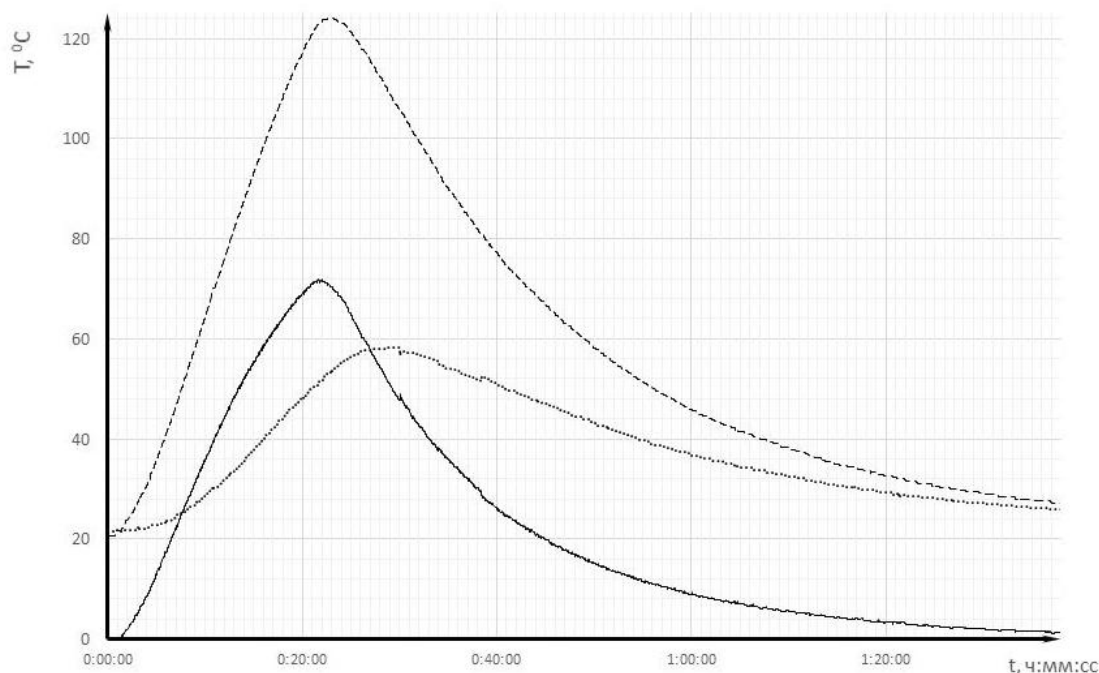
**Рисунок 2. Диаграмма нагрева прутка при воздействии электрическим током, значения первого канала измерения. На графике: — — — воздействие импульсами прямоугольной формы ( $f = 60$  кГц); ..... воздействие гармонической формы ( $f = 60$  кГц); — без воздействия.**



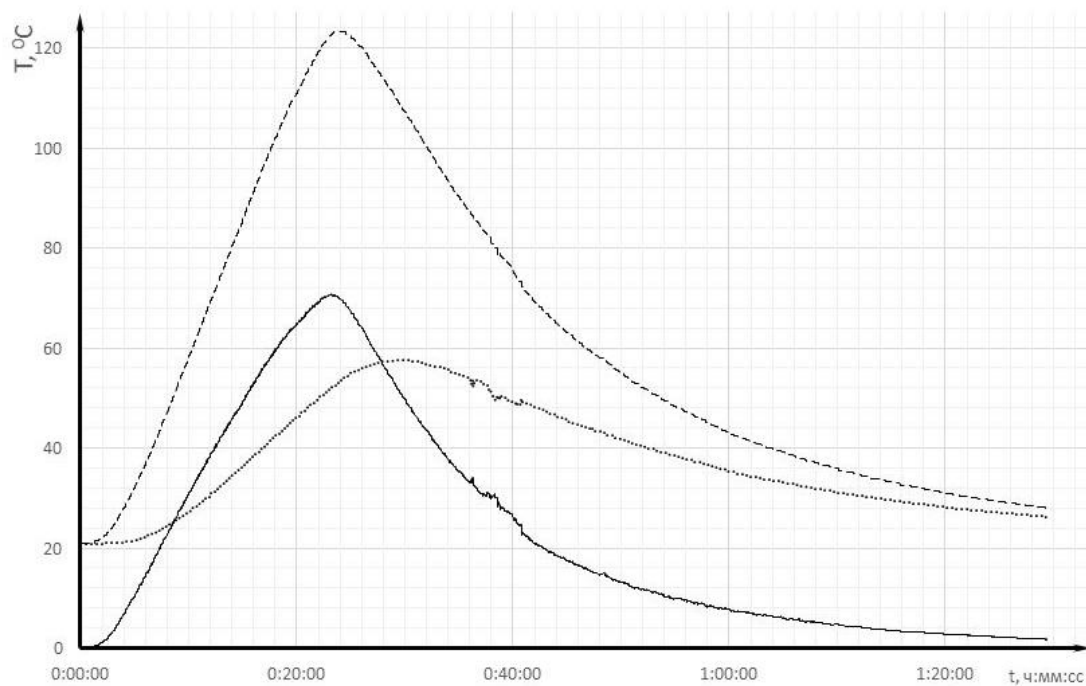
**Рисунок 3. Диаграмма нагрева прутка при воздействии электрическим током, значения второго канала измерения (— — — воздействие импульсами прямоугольной формы  $f = 60$  кГц; ..... воздействие током гармонической формы  $f = 60$  кГц; — без воздействия).**

Для уточнения причины снижения скорости нагрева проведен эксперимент с включением и выключением электрического тока в процессе нагрева и охлаждения образца. Результаты приведены на рисунках 4 и 5. При включении электрического воздействия на

материал наблюдается понижение температуры. На участке нагрева образца эффект охлаждения выражен слабо, более заметно понижение температуры на участке охлаждения (Рис.5. временной интервал 36 – 42 мин.) Снижение температуры порядка  $2^{\circ}\text{C}$ .



**Рисунок 4. Диаграмма нагрева прутка с включением и отключением воздействия электрического тока в форме прямоугольных импульсов ( $f = 60$  кГц), (: — — — канал 1; ..... канал 2; — — — показания разности каналов измерений).**



**Рисунок 5. Диаграмма нагрева прутка с кратковременным включением электрического тока гармонической формы  $f = 60$  кГц. (— — — канал 1; ..... канал 2; — — — показания разности каналов измерений).**

Полученные нами в представленной работе экспериментальные данные, и данные накопленные при подготовке патента [4] позволяют приступить к исследованию кластерной структуры и динамики электронных переходов в среде, образованной нано размерными частицами.

Основным недостатком использованной установки является тепловая инерция нагревателя, исследуемого образца и измерительных термодатчиков. Выявленная возможность наблюдения эффекта охлаждения при относительно низких температурах позволяет осуществлять нагрев оптическим нагревателем, уменьшить массу исследуемого образца и воспользоваться оптическим термометром. Установка, скомпонованная из перечисленных элементов, может управляться компьютером. Автоматизированная установка позволяет планировать эксперимент, и, при малых временных затратах получать значительный объем информации.

#### **Список использованной литературы**

1. Вакуумная обработка стали в струе с воздействием электродугового разряда. Иванов В.Г. "Металлургия и коксохимия" /Киев/ 1986.№90,13-18
2. Способ графитизирующего отжига отливок из белого чугуна Рыжиков А.Л., Коровин В.А. "Металловедение и термическая обработка металлов" 1986, №5, 54-55. А
3. Изменение свойств цветных сплавов под воздействием наносекундных электромагнитных импульсов. В.В.Крымский, Ю.Д.Корягин, Н.А.Сарычева. Препринт Челябинск Издательство ЮУрГУ, 2004.
4. Хворов Б.Н, Секисов Ю.Н, Чернавин С.Б, Спирин В.А, Ровнушкин В.А Способ модифицирования структуры литого металла патент 2000128545/02(030233) 14.11.2000
5. Влияние полярности и плотности постоянного электрического тока на структуру сплава ЮНДК35Т5. Леонтьев И. В., Гаврилин И., В., Складов А.Е., Власов В. Г., Захаров В.П. "Металловедение и термическая обработка металлов"1978,5,49-52.